ขอบเขตเนื้อหา

- การวิเคราะห์การเลือกพื้นที่ (Site Selection analysis)

- การพัฒนาแบบจำลองด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Developing GIS Models)

GIS Models

- ในการประยุกต์ใช้ GIS...ตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานจนถึงผลลัพท์สุดท้ายที่ได้อาจจะเป็นเพียงแค่ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ หรือ อาจได้ทั้งกลุ่มของข้อมูลใหม่และเป็นไปตามสิ่งที่ต้องการ
- ถ้าขั้นตอนในการทำงานหรือกระบวนการที่ใช้นั้นประสบผลสำเร็จ ก็อาจจะสามารถนำกระบวนการเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ได้กับงานอื่นที่ใกล้เคียงกันได้ หรือ อาจจะนำไปใช้ได้กับพื้นที่อื่นได้เช่นกัน
- ซึ่งกรณีเช่นนี้สามารถนำกระบวนการที่ประสบผลสำเร็จที่ได้ สร้างเป็น**แบบจำลอง (Model)** เพื่อในไปใช้ในงานอื่นอีกต่อไปได้

GIS Models

- GIS models มีหลายประเภท โดยขึ้นอยู่กับประเภทของงานและวัตถุประสงค์ แต่โดยทั่วไปสามารถจำแนก GIS models ออกเป็น 4 ประเภทพื้นฐานคือ

  (1) Descriptive Models

  (2) Process Models

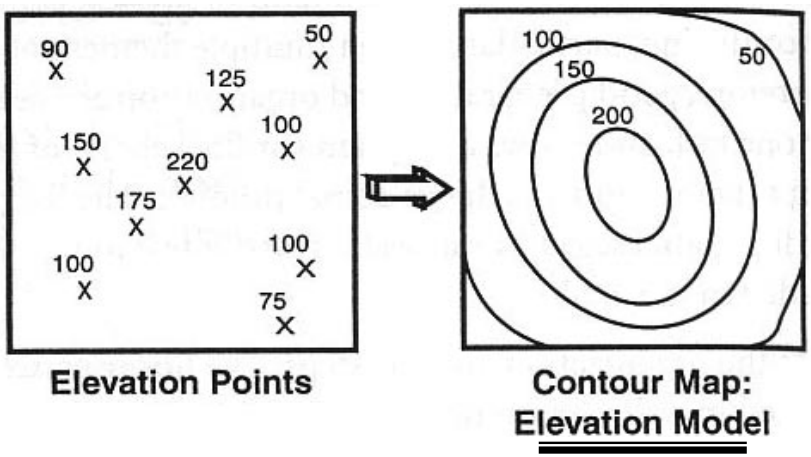
  (3) Predictive Models

  (4) Procedural Models

- อย่างไรก็ตาม GIS Models ทั้ง 4 ประเภท สามารถที่จะผสมผสานกันได้ ตัวอย่างเช่น Predictive Models ปกติแล้วจะเป็นลักษณะรวมของ Descriptive Models และ Process Models,
- หรือ Process Models ส่วนใหญ่ จะรวมลักษณะของ Procedural Models เข้ามาด้วย

Descriptive Models 1

- เป็น model ที่แสดงหรืออธิบายลักษณะของสภาพแวดล้อม สถานการณ์ หรือ ขอบเขตของสิ่งต่าง ๆหรือสภาพความเป็นจริง...ในรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจ โดยมี **การลดรายละเอียดของข้อมูล (generalized way)**
- ตัวอย่างทั่วไปของ model ประเภทนี้ ก็คือ แผนที่ (Maps) ซึ่งจะไม่แสดงสิ่งต่าง ๆ ทั้งหมดบนพื้นผิวโลก แต่จะแสดงเพียงรายละเอียดของสิ่งที่สำคัญหรือสิ่งที่ต้องการทราบเท่านั้น

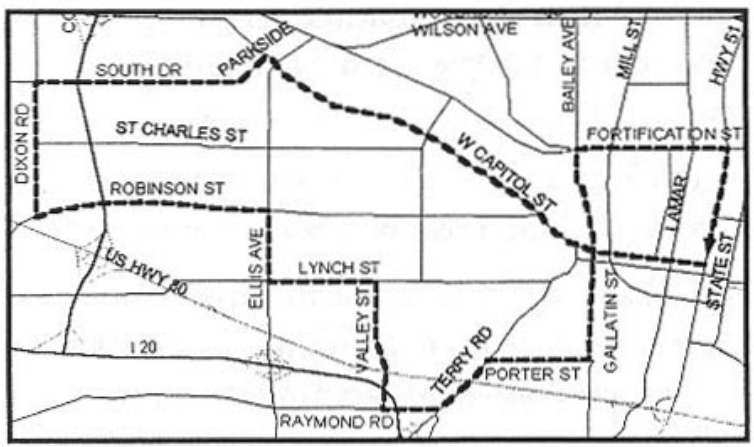


Data Modeling *Contour Maps*

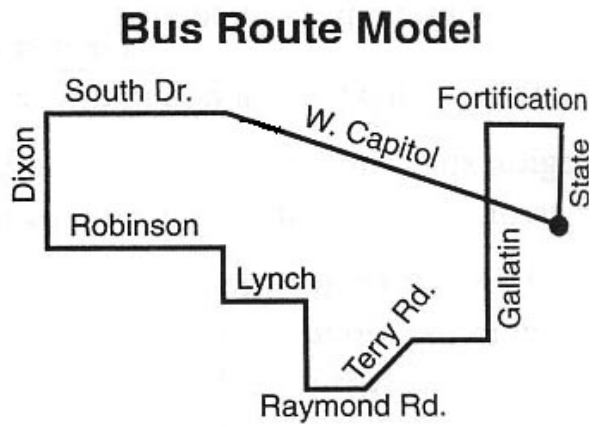
จากภาพ....เป็นการแสดงข้อมูลระดับความสูงของจุดสำรวจต่าง ๆ (**ซึ่งเป็นระดับความสูงที่แน่นอนในจุดนั้น ๆ**) หลังจากนั้นสร้างเส้นชั้นระดับความสูง (contour lines) มาจากจุดสำรวจเหล่านั้น...ซึ่งการแสดงรายละเอียดของข้อมูลเป็นเส้นชั้นระดับความสูงจะทำให้เข้าใจถึงสภาพภูมิประเทศได้ง่ายและชัดเจนกว่าการแสดงในลักษณะของจุดสำรวจ

Descriptive Models 1

- ภาพตัวอย่างเป็นสร้าง model ของเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทาง จากแผนที่เส้นทางการเดินรถเดิม ที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลมากเกินความจำเป็น (เช่น เส้นทางถนนทุกเส้น และระยะทางของแต่ละเส้นทาง) ดังนั้น**การลดทอนข้อมูล**ที่ไม่จำเป็นออกจะทำให้เกิดการใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



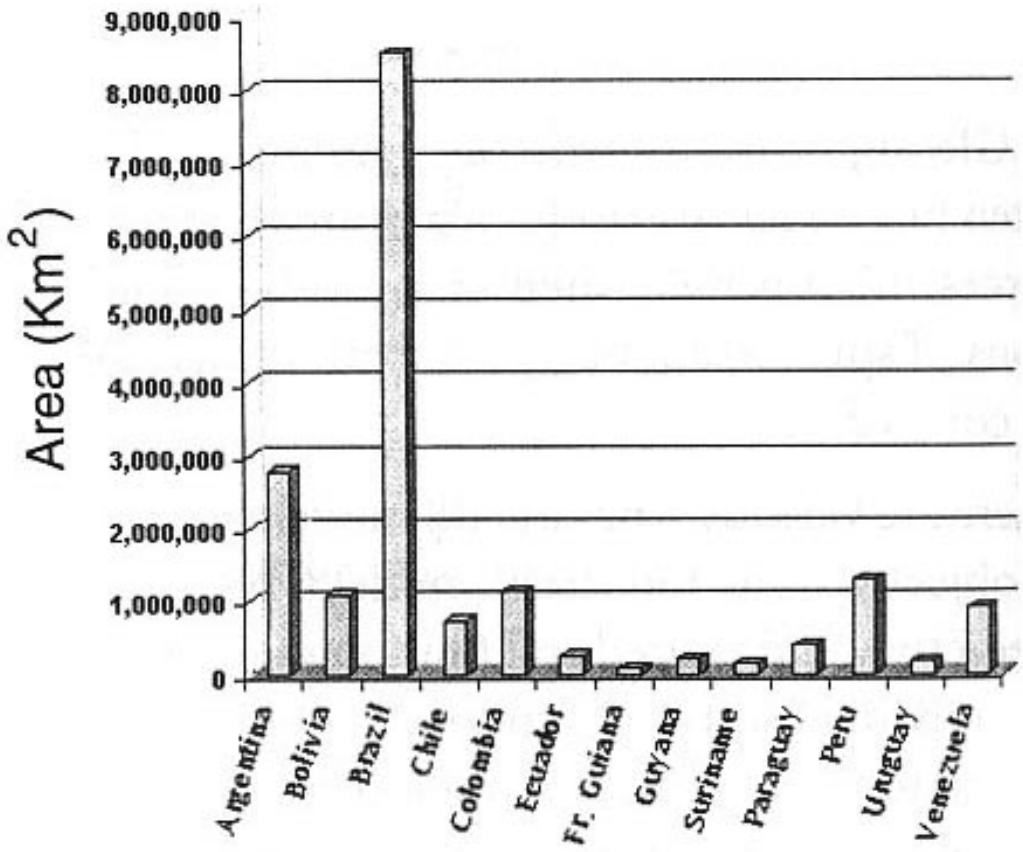
Bus Route, Jackson, Mississippi



Descriptive Models 1

- นอกจากนี้การแสดงแผนที่ในลักษณะของแผนภูมิหรือกราฟแท่งก็เป็นรูปแบบหนึ่งของ model ประเภทนี้ ซึ่งสามารถที่จะแสดงความสัมพันธ์กันระหว่าง features ต่างๆ ได้

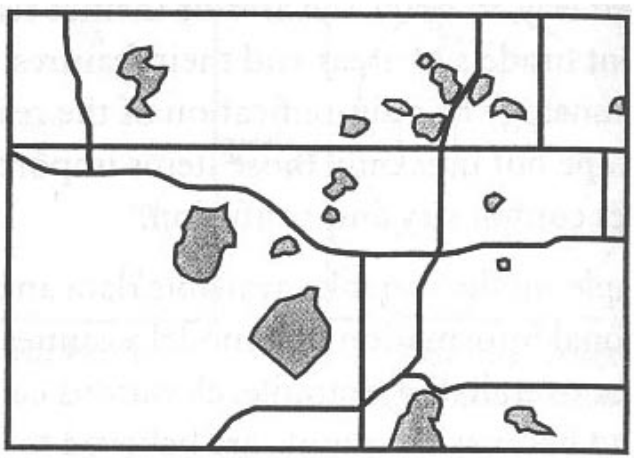
- จากภาพตัวอย่างพบว่า การแสดงข้อมูลแบบนี้จะไม่ให้รายละเอียดใดๆ ที่ เกี่ยวกับตำแหน่งของ features (ยกเว้นชื่อประเทศ) แต่จะแสดงถึงข้อมูลเชิงปริมาณได้ดีมาก เช่น เนื้อที่ของแต่ละประเทศ เป็นต้น



Descriptive Models 2

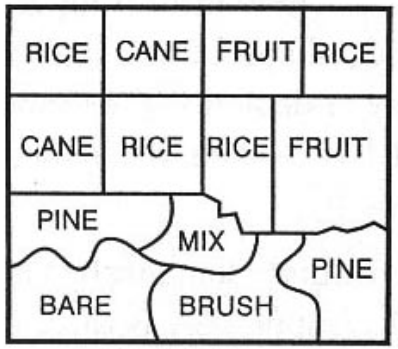
- Descriptive GIS Models สามารถแสดงในรูปของ **แผนที่เฉพาะทาง (thematic map)** ได้เช่นกัน จากภาพตัวอย่าง...ข้อมูลเส้นทางถนนสายหลัก (major roads) และทะเลสาบ สามารถที่จะสกัดมาได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่ง thematic map ที่สร้างขึ้นมาจะแสดงเฉพาะ features (selected geography) ที่ถูกเลือกเท่านั้น

Satellite Image
(Reduced Reality)

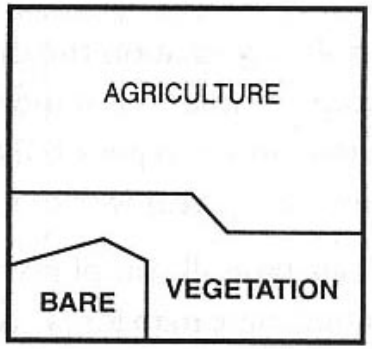


Major Roads and Lakes
(Selected Modeling)

Descriptive Models 2

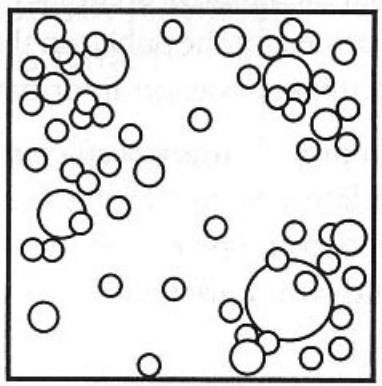


Map 2: Data

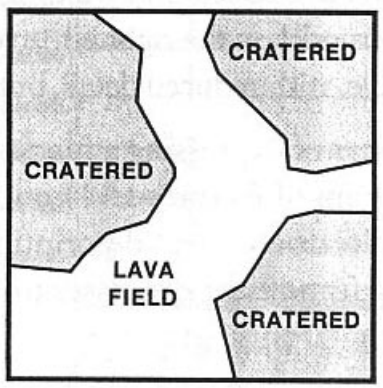


Map 3: Model

- การลดทอนข้อมูล (data reduction) ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้แสดงข้อมูลในรูปแบบของ descriptive model เช่น การลดทอนข้อมูลการใช้ที่ดิน (land use: Map 2) บางประเภทที่จำแนกรายละเอียดมากเกินไป เพื่อสร้างแผนที่สิ่งปกคลุมดิน (land cover map: Map3) ที่มีการจำแนกรายละเอียดอย่างกว้างๆ



Map 4:
Lunar Landscape Map

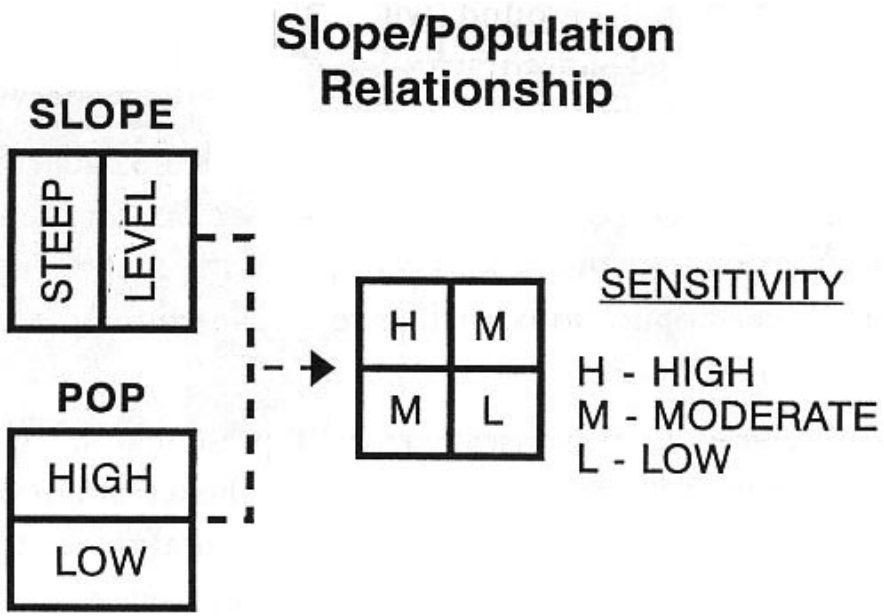


Map 5:
Descriptive Model

- ภาพตัวอย่าง...การสร้าง model แสดงสภาพภูมิทัศน์ของพื้นผิวดวงจันทร์ ด้วยการใช้เทคนิค Clustered generalization ซึ่งเป็นการลดทอนข้อมูลแบบรวมกลุ่มของ features เพื่อให้ง่ายต่อแสดงผลและการเข้าใจ

Process Models

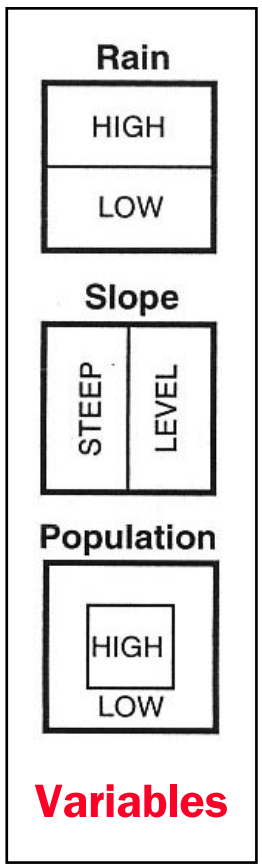
- Process Models เป็นแบบจำลองที่อธิบายสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์และกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นของมนุษย์ โดยที่แบบจำลองประเภทนี้จะเป็นการจำลองสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นและได้ข้อมูลข่าวสารใหม่ขึ้นมา

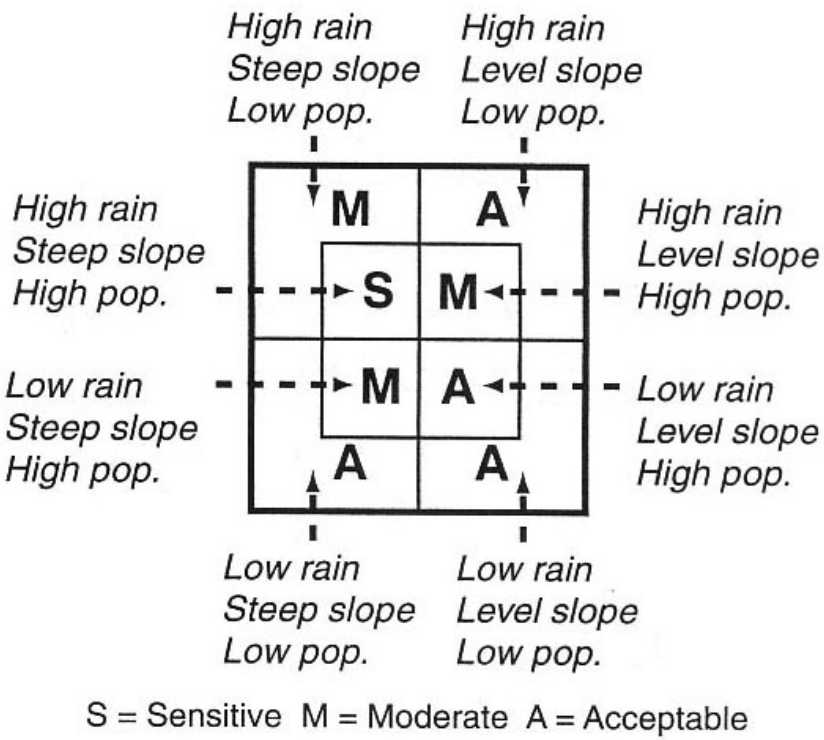


- ภาพ diagram ตัวอย่าง แสดงการสร้างแบบจำลองพื้นที่เปราะบาง (sensitivity model) โดยสร้างจากความสัมพันธ์กันระหว่างชั้นข้อมูล ความลาดชัน (slope) และความหนาแน่นของประชากร (population dessity)
- Process Models สามารถช่วยให้มีความเข้าใจถึงสาเหตุและผลกระทบ (***Cause and Effect***) ของกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้น หรือ เข้าใจถึง ปัจจัย (***Factors***) ที่เห็นสาเหตุของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้

Process Models

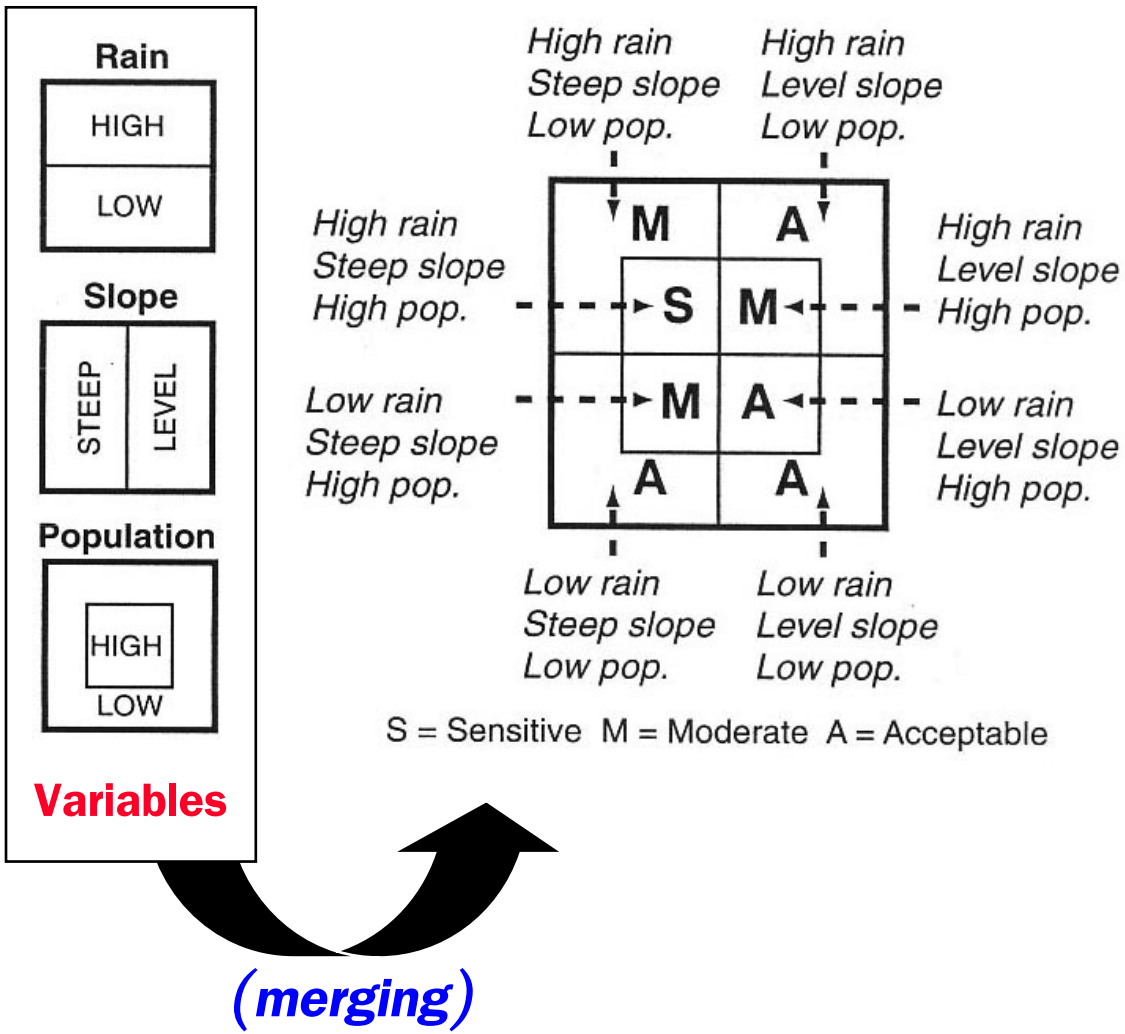
- ภาพตัวอย่าง การสร้าง Sensitivity model ซึ่งทำให้เข้าใจถึง ความสัมพันธ์กันระหว่าง ตัวแปร (variables) ต่างๆ ที่เป็นตัวกำหนดความเปราะบางด้านสิ่งแวดล้อม (***Environmental Sensitivity***) ของพื้นที่หนึ่ง ๆ
- ซึ่งทำให้เราทราบว่าจะเกิดอะไรขึ้น ภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่เป็นอยู่ ณ ขณะนั้น





- ในการวิเคราะห์หาแบบจำลองพื้นที่เปราะบางนี้ ผู้วิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่จะศึกษา โดยเข้าใจถึงความหมายของผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งจะอยู่ในส่วนของขั้นตอน ***Cause and Effect***
- จากผลที่ได้ของ model ตัวอย่าง เป็นแบบจำลองพื้นที่เปราะบางที่สร้างมาจากการรวมกันของ (merging) 3 ชั้นข้อมูล คือ Rain, Slope และ Population density โดยแต่ละชั้นข้อมูลมีการจำแนกค่าข้อมูล 2 ระดับ คือ High และ Low

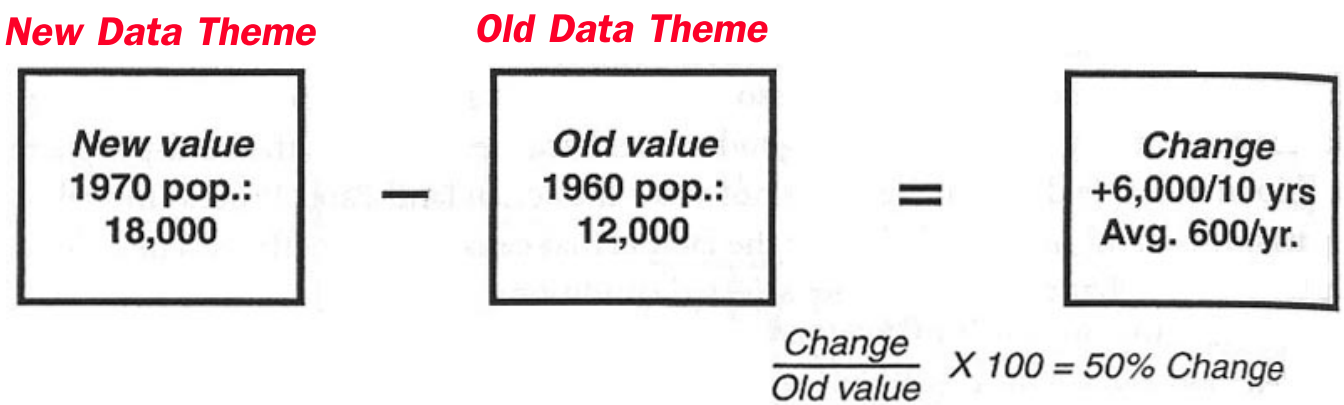
Process Models



- ผลที่ได้จากการ Merge ชั้นข้อมูลทั้ง 3 เข้าด้วยกัน จะได้ชั้นข้อมูลที่แสดงระดับความเปราะบางของพื้นที่ด้านสิ่งแวดล้อม
- ชั้นข้อมูลที่ได้นี้ จะเป็น model ที่แสดงถึงระดับความเปราะบางของพื้นที่ที่ถูกกำแนกออกเป็น 3 ระดับชั้นความเปราะบาง คือ Sensitivity (S), Moderate (M), และ Acceptable (A)
- อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการแปลี่ยนแปลงค่าการวัดของมูลของตัวแปรทั้ง 3 (Rain, Slope และ Population) อาจะทำให้ model ที่ถูกสร้างขึ้นมามีความแตกต่างจากที่ได
- นอกจากนี้...**ปรากฏการณ์ในความเป็นจริง** ย่อมแตกต่างจาก model ที่ถูกสร้างขึ้นจากตัวแปรเพียงบางตัวแปรเท่านั้น

Mathematical Models

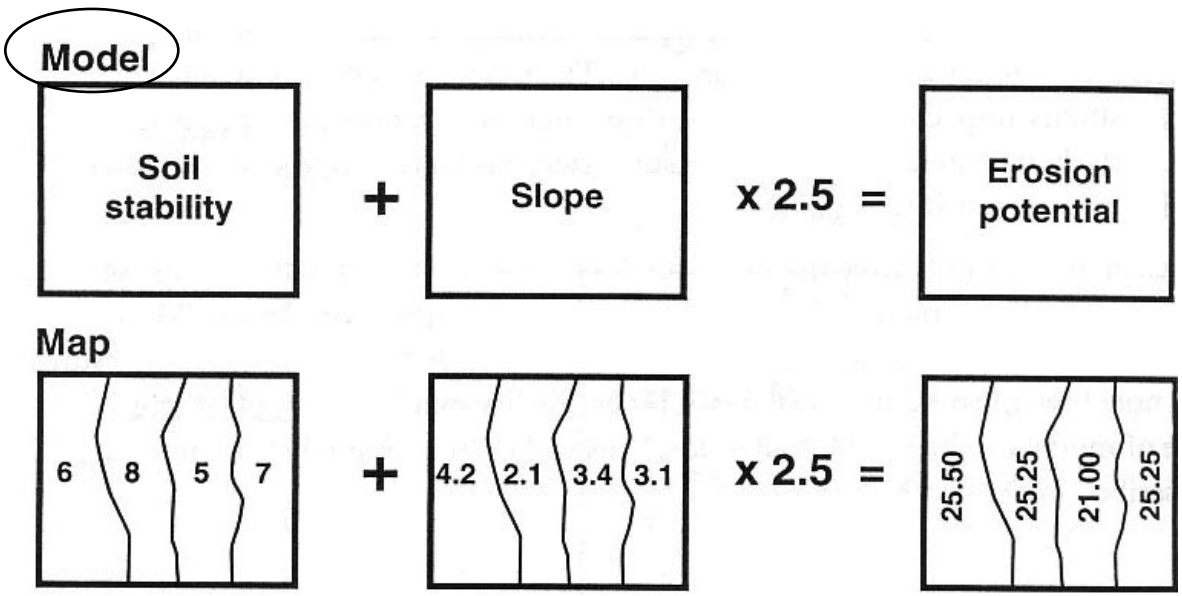
- Mathematical Models เป็นแบบจำลองที่อธิบายถึงกระบวนการต่างๆ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงตัวเลข หรือ ใช้สูตรคณิตศาสตร์ต่างๆ ในการสร้างแบบจำลอง
- ภาพตัวอย่างที่ 1 เป็นแบบจำลองพื้นฐานที่ใช้ในการหาการเปลี่ยนแปลงของประชากรใน 2 ช่วงระยะเวลา (Change Model)



- ผลลัพท์ที่ได้คือการลบกันของ Attribute value ในชั้นข้อมูล New Data และ Old data และแสดงจำนวนประชากรที่เปลี่ยนแปลงทีเพิ่มขึ้น 6,000 คนในรอบ 10 ปี โดยมีการเพิ่มขึ้นของประชากรเฉลี่ย 600 คนต่อปี
- นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณหาร้อยละของการเปลี่ยนแปลงหรือการเติบโตของประชากรได้เช่นกัน โดยใช้สมการในภาพตัวอย่างข้างบน

Mathematical Models

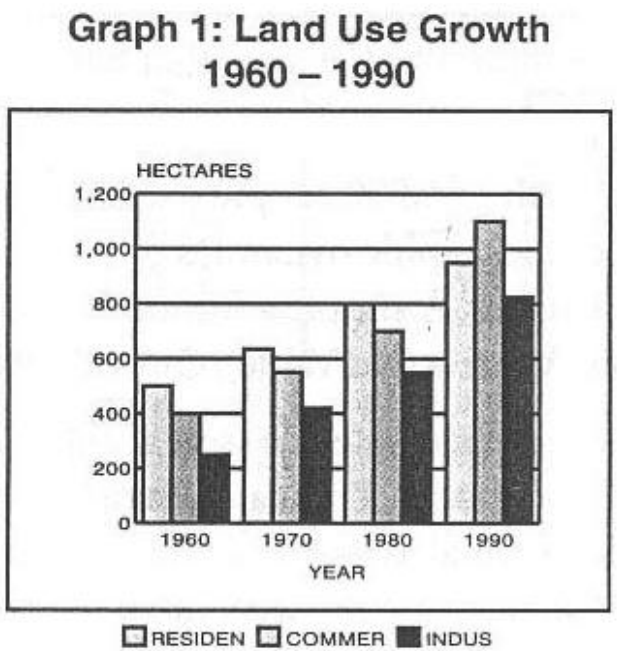
- ภาพตัวอย่างด้าน ecological model....เป็นการสร้าง Model ด้าน **ศักย์การพังทะลายของพื้นที่** (Erosion Potential)...โดยคำนวณจาก การวิเคราะห์แบบ บวก (Add) ระหว่างชั้นข้อมูล Soil Stability (ความคงสภาพของดิน) และ Slope (ความลาดชันของพื้นที่)
- โดยที่ model ที่ได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นๆ ได้ โดยใช้การวิเคราะห์ด้าน GIS



- ขั้นตอนง่าย ๆ เริ่มจาก...การซ้อนทับกันของชั้นข้อมูล Soil Stability กับ Slope หลังจากนั้นคูณชั้นข้อมูลที่ได้ด้วย ค่า 2.5 เพื่อสร้างชั้นข้อมูล ***"ศักย์การพังทะลายของพื้นที่"*** โดยที่ชั้นข้อมูลที่อาจจะถูกนำไปใช้เพื่อการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงภัย (hazard assessment)

Statistical Models

- เป็นแบบจำลองที่แสดงถึงข้อมูลบรรยายเชิงสถิติที่**ต่อเนื่องกัน**ไปตาม **เวลา** หรือ **สถานที่** (***Time and Space***)
- โดยข้อมูล GIS จะถูกแสดงในลักษณะของกราฟต่างๆ แทนที่จะแสดงข้อมูล GIS ด้วยภาพหรือฐานข้อมูล (theme or database)
- ภาพตัวอย่างข้างล่าง...แสดงการใช้ที่ดิน 3 ประเภท (resident, commercial, industrial) จากปี 1960 ถึง 1990 ในรูปแบบของ **กราฟแท่ง (Bar chart)**

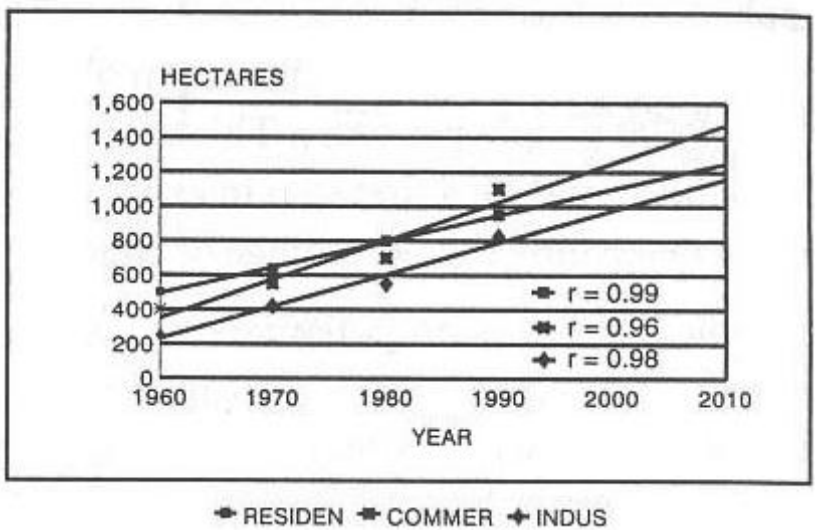


- จากภาพตัวอย่าง...การแสดงข้อมูลในรูปแบบของ model ประเภทนี้ ทำให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่การใช้ที่ดินทั้ง 3 ประเภทในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งได้อย่างชัดเจน
- และยังสามารถชี้ให้เห็นถึงแนวโน้ม(**trends**) ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละประเภทได้อีกด้วย

Statistical Models

- อีกตัวอย่างคือ การแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการเติบโต โดยแสดงด้วย Point Symbol ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท (resident, commercial, industrial) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
- สำหรับ เส้นตรงที่เห็นสำหรับแต่ละ Point symbol คือ เส้นแนวโน้ม (trend line) ของการเติบโตของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท :ซึ่งจะถูกสร้างขึ้นมากจากเทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (regression formula : เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปร X และ Y)

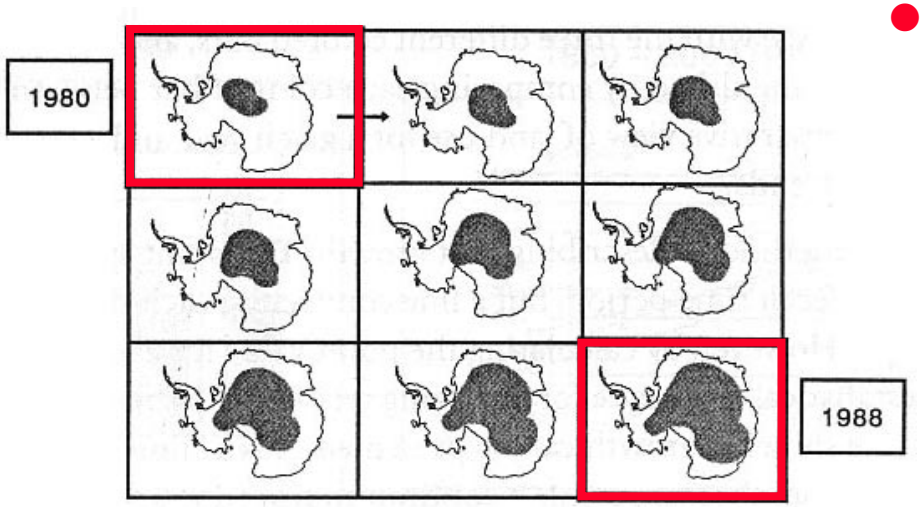
Graph 2: Land Use Growth 1960 – 2000 (Projected)



- โดยเส้นแนวโน้มการเติบโตฯ ที่สร้างจากวิธีการทาง regression นี้ สามารถแสดงถึง**ลำดับที่ต่อเนื่อง**ของการเติบโตของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทจากปี 1960 ถึง ปี 1990 และปีต่อไปในอนาคตได้ (*จนถึงปี 2010*)
- ค่า r แสดงถึงค่าความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างเนื้อที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท (Y) กับช่วงเวลาปีนั้นๆ (X) โดยค่า r ที่เข้าใกล้เคียงกับ “1” แสดงถึงความสัมพันธ์ที่สูงระหว่างตัวแปรทั้งสอง

Predictive Models 1

- เป็นแบบจำลอง GIS ที่เกี่ยวข้องกับ***เวลาหรือช่วงระยะเวลา*** ซึ่งแบบจำลองประเภทนี้จะช่วยให้เข้าใจถึงเหตการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ นอกจากนี้ยังสามารถประมาณ**ความเป็นไปได้ของโอกาส**ที่จะเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยขึ้นกับ**ข้อมูลที่ได้มา** ซึ่งกระบวนการเช่นนี้เรียกว่า ***Time Series Model*** ตัวอย่างเช่น **"แบบจำลองการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ"** *(ถึงแม้ว่าจะไม่มีความถูกต้องเสมอไป แต่ก็เป็นแนวทางที่ใช้คาดการณ์สภาพภูมิอากาศที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้)*

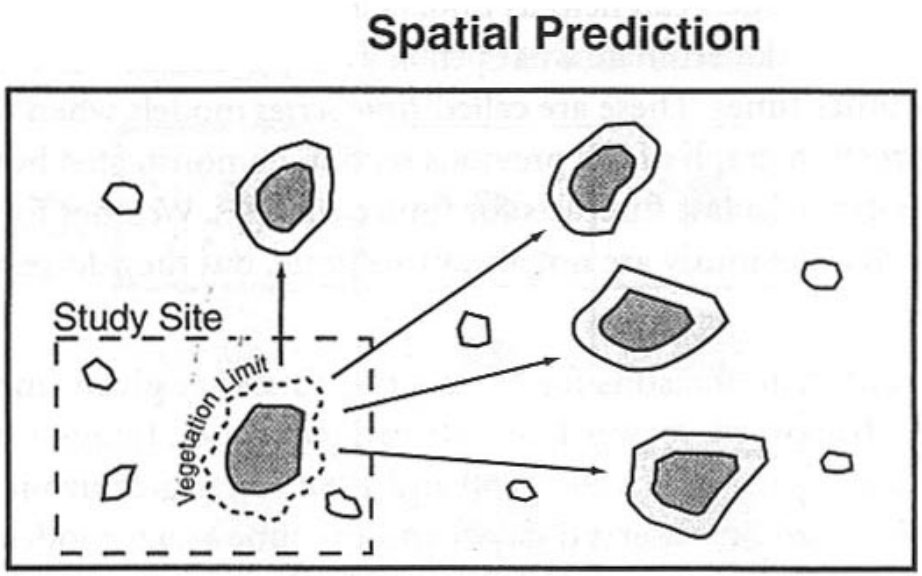


Antarctica Ozone Hole Growth:
1980–1988

- Model ตัวอย่าง เป็นแบบจำลองที่คาดการณ์สภาพการขยายตัวของ Ozone hold บริเวณขั้วโลกใต้ ที่ถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลเพียง**สอง**ระยะเวลาคือ ข้อมูลในปี 1980 กับปี 1988 ซึ่งทำให้สามารถสร้าง Time Series Model เพื่อประมาณขนาดของ Ozone hold ในช่วงเวลาระหว่างปี 1981 ถึง ปี 1987 ได้ ด้วยการใช้เทคนิค **"graphical morphing"** (การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกราฟฟิกโดยใช้คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นมา)

Predictive Models 2

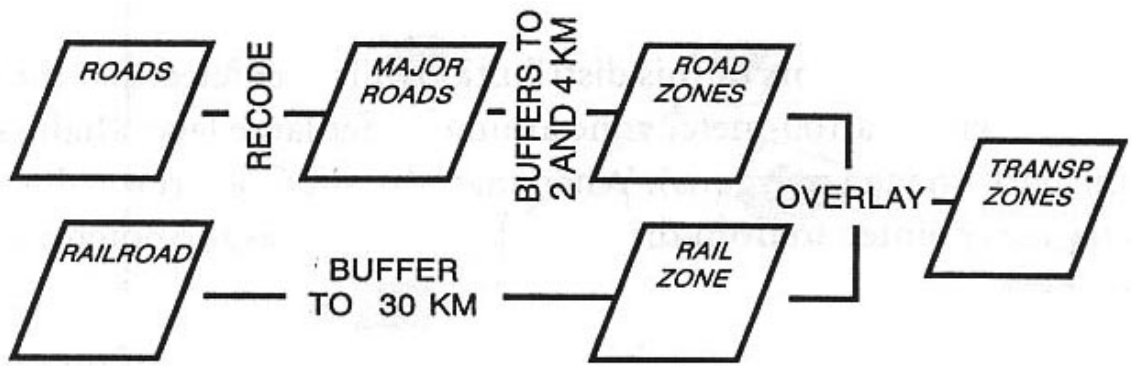
- อีกลักษณะของ model ประเภทนี้คือ การคาดการณ์ว่าเหตุการณ์ใดๆ ก็ตามที่ปรากฏขึ้นที่นี่ ก็มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นในที่อื่นได้ **ภายใต้สภาวะหรือเงื่อนไขที่คล้ายกัน**
- ภาพตัวอย่าง แสดงการคาดการณ์เชิงพื้นที่ โดยภายในพื้นที่ศึกษา (study area) พบว่า
  - พืชพรรณบางชนิด สามารถขึ้นอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่า 8 พัน ตารางเมตรและต้องอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำในระยะไม่เกิน 100 เมตร



- จากการศึกษาในพื้นที่ ทำให้สามารถทราบถึงปัจจัยสภาพแวดล้อม (environmental factors) ที่เกี่ยวข้องกับ *การกระจายตัวของพืชพรรณชนิดนั้น*
- ดังนั้นทำให้สามารถ**ทำนาย**ได้ว่า จะสามารถพบพืชพรรณชนิดนี้ ขึ้นกระจายอยู่ภายในรัศมี 100 เมตรจากแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ ในบริเวณอื่น ได้เช่นกัน

Procedural Models

- เป็นแบบจำลอง GIS ที่แสดงถึง **“ขั้นตอนในการทำงาน”** เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยอาจจะแสดงในรูปของ Diagram หรือ Flow Chart เพื่อแสดงถึงขั้นตอนการทำงานของ GIS ตั้งแต่เริ่มต้นจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
- ตัวอย่างภาพข้างล่าง เป็น graphic outline ของกระบวนการ site selection ในการเลือกพื้นที่เขตคมนาคม (Transportation Zone) ซึ่งสามารถนำ graphic outline นี้ไปประยุกต์ใช้กันชุดข้อมูลอื่นหรือพื้นที่อื่นได้เช่นกัน
- แบบจำลอง GIS ประเภทนี้อาจเรียกว่าเป็น **Recipe** หรือ **Cook Book** ที่แสดงถึงเทคนิคและวิธีการที่ถูกนำมาใช้ในแต่ละขั้นตอน – ถ้ากระบวนการต่างๆ ของแบบจำลองทำงานได้ดีในพื้นที่ทดสอบ

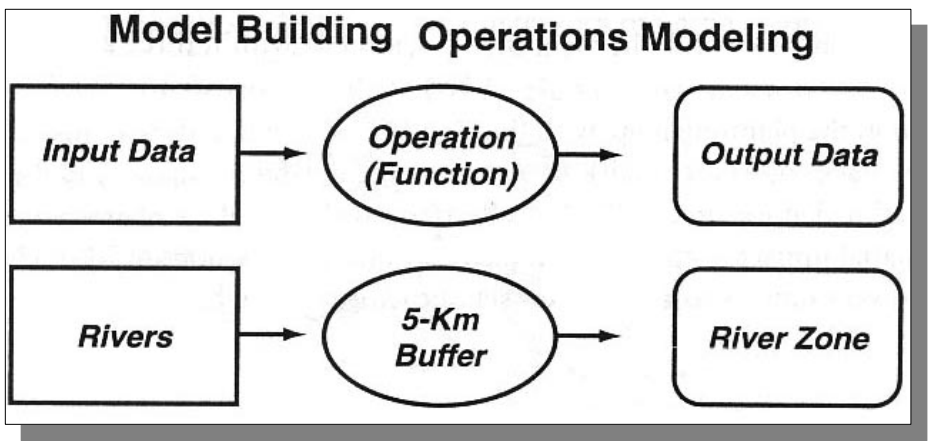


Graphic Outline of Operations

ก็สามารถนำแบบจำลองนี้ไปประยุกต์ใช้จริงกับพื้นที่อื่นๆ ได้

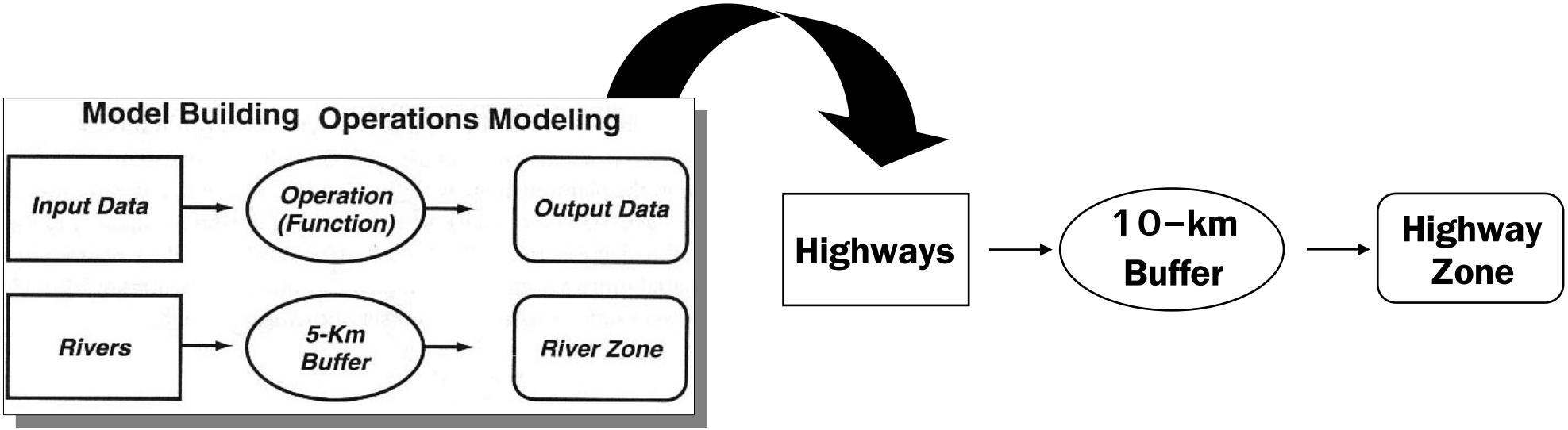
Procedural Models

- ปัจจุบันGIS software ส่วนใหญ่ได้ถูกพัฒนาให้มีเครื่องมือที่สามารถสร้างแบบจำลอง Procedural models ได้ โดยนำชุดแบบตัวอย่าง (paradigm) มาสร้างเป็นแบบจำลองด้วยเครื่องมือที่เรียกกว่า "**model building**" ซึ่งอยู่ในรูปแบบของภาพกราฟฟิกที่แสดง Input, operation, output โดยมีสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันเพื่อกำหนดลักษณะและการเชื่อมโยงกันของการทำงาน
- เมื่อแบบจำลองถูกสร้างขึ้นมา... โดยที่มีการกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการทำงานในแต่ละขั้นตอนแล้ว โปรแกรม GIS ก็สามารถทำงานตามแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาจนได้ผลตามวัตถุประสงค์



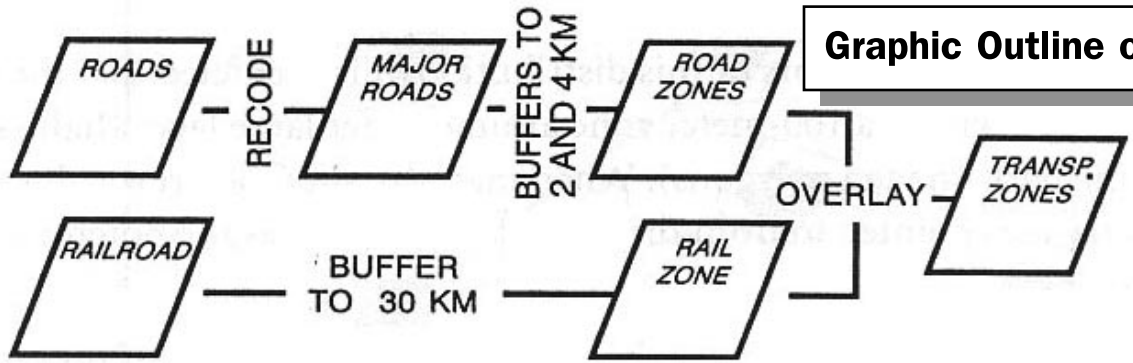
- ภาพแสดงสัญลักษณ์ของข้อมูลนำเข้า (rectangles), การปฏิบัติการ (ovals), และผลที่ได้ (round rectangles) ตัวอย่าง แสดงแบบจำลองหา **พื้นที่อนุรักษ์ริมน้ำ** (protective river zone) โดยกำหนดจากการสร้าง **buffer** เป็นระยะทาง 5 กิโลเมตรจากชั้นข้อมูล **Rivers**

Procedural Models



- แบบจำลองประเภทนี้สามารถถูกเปลี่ยนแปลงหรือนำมาดัดแปลงแก้ไขได้ง่าย เช่น จากตัวอย่างเดิมที่เป็นการหาพื้นที่อนุรักษ์ริมน้ำ นำมาดัดแปลงเพื่อหาพื้นที่ริมถนนทางหลวง (Highway Zone)
- เพียงแค่เปลี่ยนชั้นข้อมูล Input Data จาก **Rivers** ไปเป็น **Highways** และเปลี่ยนระยะทางของการสร้าง buffer เป็น **10** กิโลเมตร จากถนนทางหลวง และเปลี่ยนชื่อของ Output Data เป็น **Highway Zone**
- จะเห็นว่าแบบจำลองนี้มีทำงานอย่างอิสระ ทำให้สะดวกในการตรวจสอบการทำงานหรือความถูกต้องของ Output Data ที่ได้...ก่อนที่จะนำแบบจำลองนี้ไปเชื่อมโยงหรือรวมเข้าด้วยกันกับแบบจำลองชุดอื่นๆ ต่อไป

Procedural Models



- ภาพตัวอย่างการสร้าง Procedural Model จาก graphic outline ข้างบน จะเห็นว่า graphic outline เป็นเพียงแค่แสดงองค์ประกอบและทิศทางของกระบวนการทำงานเท่านั้น
- แต่แบบจำลองที่แสดงในลักษณะของ Model-building จะมีการกำหนดโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของขั้นตอนต่างๆ ด้วยสัญลักษณ์ที่ชัดเจนแน่นอน ซึ่งสามารถ**ทำงานได้จริงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์**